

工业互联网产业联盟标准

AI1/009-2023

面向钢铁的“5G+工业互联网”应用场景及 技术要求

Application scenarios and technical requirements of 5G+ industrial
internet for smelting

工业互联网产业联盟
(2023 年 09 月发布)

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 分类原则	2
6 各工序需求场景及对 5G 的技术要求	3
6.1 主工序场景及需求	3
6.1.1 炼铁需求场景及技术要求	3
6.1.2 炼钢需求场景及技术要求	7
6.1.3 连铸需求场景及技术要求	8
6.1.4 轧钢需求场景及技术要求	9
6.2 辅工序场景及需求	11
6.2.1 能环需求场景及技术要求	11
6.2.2 物流需求场景及技术要求	13
6.2.3 设备管理需求场景及技术要求	15
6.2.4 安保需求场景及技术要求	16
6.2.5 质量管理需求场景及技术要求	17
附 录 A （资料性）钢铁生产及管理业务流流程	18
A.1 主工序	18
A.1.1 铁前	18
A.1.2 炼铁	18
A.1.3 炼钢	19
A.1.4 连铸	19
A.1.5 轧钢	19
A.2 辅工序	20
A.2.1 能环	20
A.2.2 物流	21
A.2.3 设备	21
A.2.4 安保	21
A.2.5 质量管理	21
参 考 文 献	22

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国移动通信集团有限公司、中国信息通信研究院、上海宝信软件股份有限公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司、南京钢铁股份有限公司、湘潭钢铁集团有限公司、鞍钢集团信息产业有限公司、华为技术有限公司、中兴通讯（南京）有限责任公司、新华三技术有限公司、北京科技大学。

本文件主要起草人：郑师应、肖善鹏、马帅、杨博涵、郝晓龙、文静、杨鹏、郝森参、王荷雅、刘阳、皮婷婷、高强、黄颖、沈彬、于青民、杨海荣、宋海洋、郭亮、郝晓法、林锦斌，胡桥、喻维纲、陈章红、周旻昊、刘佳伟、王弢、谷明旭、毛杨、楚俊生、支周、王俊、刘赞、张海君，张晓奇。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

面向钢铁领域的“5G+工业互联网”应用场景及技术要求

1 范围

本标准规定了面向钢铁领域的“5G+工业互联网”在钢铁制造主工序和辅助工序等典型应用场景及技术要求。其中主工序包括：炼铁、炼钢、连铸，轧钢；辅助工序包括能环、物流、设备、安保、质量管理，为钢铁行业的智能化发展提供参考。

钢铁领域隶属于国家标准GB/T 4754-2017《国民经济行业分类》中的门类C（制造业），具体面向31大类（黑色金属冶炼及压延加工业）。本标准适用于5G+钢铁应用设计及部署实施。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 13456-2012	钢铁工业水污染物排放标准
GB/T 4754-2017	国民经济行业分类
3GPP TS 22.261	Service requirements for the 5G system
3GPP TS 22.104	Service requirements for cyber-physical control applications in vertical domains

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 端到端时延 End-to-End Latency

将给定的信息从源地传输到目的地所需的时间，在应用级别上测量时，可测量从源地发出的时刻到目的地接收的时刻作为时延时间。

[来源：3GPP TS 22.261 Service requirements for the 5G system 中术语3.1]

注：时延是指一个报文或分组从一个网络的一端传送到另一个端所需要的时间，本文件中使用的时延为传输时延，是指5G UE和UPF之间的时延。

3.2 通信可靠性 Communication Service Reliability

5G网络在给定条件下和规定时间内，完成规定网络业务的能力。

[来源：3GPP TS 22.104 Service requirements for cyber-physical control applications in vertical domains 中术语3.1]

注：给定条件将包括影响可靠性的方面，如：操作模式、压力水平和环境条件。

注：可靠性可以使用适当的度量方法来量化，例如平均故障间隔时间，或在指定的时间段内不发生故障的概率。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

4G	第四代移动通信网络	4th Generation Mobile Networks
5G	第五代移动通信网络	5th Generation Mobile Networks
AGC	厚度自动控制系统	Automatic Gap Control
AGV	自动导航运输车	Automated Guided Vehicle
LF	钢包精炼炉	Ladle Furnace
PLC	可编程逻辑控制器	Programmable Logic Controller
RH	真空循环脱气	Ruhstahl Hausen
VD	真空脱碳	Vacuum Decarburization
VOD	真空氧气脱碳	Vacuum Oxygen Decarburization

5 分类原则

5G+工业互联网主要表现为从生产到商业不同层级的应用场景的复杂多样。依照钢铁生产、管理业务流程，将钢铁的应用场景按照主工序和辅助工序进行分类，并进一步细分为面向炼铁、炼钢、轧钢、连铸、能环、物流、设备、安保、质量管理九个环节的典型应用场景。

表 1 5G 钢铁领域场景分类

场景分类	场景名称	场景描述
炼铁	智慧料场	通过 5G 网络传输堆料数据，按需选择堆放和提取策略，实时了解物料使用及剩余情况。
	皮带智能检测	通过 5G 网络对皮带视频图像数据实时传输，并通过智能检测技术实时监测上料带状态及物料传送状态，避免皮带缺陷、打滑、传输料存在异物等问题。
	无人行车	通过 5G 网络实时传输行车周围环境视频数据及行车运行数据，控制台通过 5G 网络远程控制行车操作。
	焦化四大车联锁	中控室根据焦化过程的运行情况和四大车当前状态通过 5G 网络控制彼此之间的联锁，实现协调工作。
炼钢	一键炼钢	通过 5G 网络实时采集炼钢设备运行数据并传输控制数据，实现炼钢全过程自动化。
	钢包实时跟踪	通过 5G 网络实时传输铁水包、钢水包等位置数据、温度数据，保障生产安全及质量。
连铸	生产过程数据采集	通过 5G 网络采集连铸生产过程中的声音、图像、文本等数据，实现生产状态实时监测，避免生产故障发生。
轧钢	轧机控制	通过 5G 网络实时传输轧机运行数据，操作人员根据轧机

		运行状态通过 5G 网络控制轧机工作。
	带钢出口表面质量检查	通过 5G 网络实时传输带钢表面视频数据,并将处理结果传输给作业人员或工作系统。
	钢卷物料盘点	通过 5G 网络实时传输钢卷物料图像数据及位置数据,支撑平台或管理系统通过图像分析等计算钢卷物料数量。
能环	能源设施智能管理	通过 5G 网络实时传输钢铁生产主工序中的能源使用数据、能源设备运行状态等数据。
	环保排污监测	通过 5G 网络实时传输各类排污指标监测数据、工作环境图像数据,环保排污满足国家标准要求。
物流	智能物流管控	通过 5G 网络传输物料数据、位置等信息,打通物流运输、储存配送、装卸搬运等环节,实现销售物流数据全生命周期管控。
	门禁管理	通过 5G 网络传输人员、车辆等信息,保障车辆、人员、物资出入有序、安全可控。
	厂区道路交通监控	通过 5G 网络传输厂区道路监控视频数据,避免车辆违规行驶、乱停、占道等导致的生产及管理风险。
设备管理	设备状态监测	通过 5G 网络实时传输专用机械设备运行状态数据、违规告警数据等,支撑风险提示、故障可管可控。
安保	环境安防管理	通过 5G 网络传输工厂重要区域的视频、图像等数据以及人员位置、环境指标等数据,避免重要区域违规闯入。
	人员安防管理	通过 5G 网络实时传输工厂重要区域和危险区域视频监控数据,支撑上层人员异常行为检测、违规操作等应用。
质量管理	设备及产品质量管理	通过 5G 网络实时传输工作设备及产品视频检测数据,支撑上层质量分析应用,保障设备正常工作。

6 各工序需求场景及对 5G 的技术要求

6.1 主工序场景及需求

主工序主要包括炼铁、炼钢、连铸,轧钢四大工序。

6.1.1 炼铁需求场景及技术要求

6.1.1.1 智慧料场

6.1.1.1.1 场景描述

智慧料场是钢铁生产长流程的第一道工序,实现物料的分类堆放和自动提取。智慧料场包括对接收的原煤、铁矿石、石灰石等原料实现自动堆放,为炼焦、烧结、高炉等生产流程自动混配料,并通过对各种物料的料堆进行三维成像扫描(如采用激光三维成像、智能测量技术),构建物料垛形模型。通过 5G 网络对堆料进行动态监测,并根据堆料情况选择堆放和提取策略,协助堆料场工作人员及时了解物料使用及剩余情况,实现及时补料,保障生产持续稳定运行,避免因物料欠缺导致的停产。另外 5G 网

络可以协助远程控制取料机的位置、取料速度、方位等，避免工作人员长期在高粉尘环境导致安全隐患问题。

6.1.1.1.2 业务需求

炼铁环节智慧料场场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持将堆料成像及库存等数据实时传送到处理系统，支撑构建物料垛形模型并实时更新显示库存情况；
- b) 5G网络应支持将堆/取料控制指令下发到堆/取料机；
- c) 5G网络应支持对堆/取料机进行精确定位和远程控制；
- d) 5G网络应支持将料场的视频图像、粉尘和化学气体浓度、环境温度和湿度等信息传送到监控中心，并支持故障/问题数据优先传输；
- e) 5G网络应支持料场动态监测采集的数据不出厂，如采用5G网关实现本地分流。

6.1.1.1.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 2 智慧料场场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
智慧料场	料场建模	上行： $\geq 10\text{Mbps}$ 下行：-	$\leq 100\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	本地分流	-
	远程堆/取料控制	上行： $\geq 1\text{Mbps}$ 下行：-	$\leq 20\text{ms}$	$\geq 99.99\%$	本地分流	支持异常状态/事件的优先传输
	环境监测	上行： $\geq 10\text{Mbps}$ 下行：-	$\leq 40\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	本地分流	支持异常状态/事件的优先传输

6.1.1.2 皮带智能检测

6.1.1.2.1 场景描述

高炉炼铁需要通过上料皮带把贮存在矿槽和焦槽中的各种原料、燃料运至高炉炉顶装料设备中。皮带机作为炼铁工序物料传输的关键设备，常发生皮带跑偏、皮带撕裂、皮带打滑等问题。传统方式需要点检人员每日对皮带机进行巡检，或在皮带下侧安装摄像头，安排人员对视频图像检查。通过 5G 网络对视频图像数据实时传输，并通过皮带智能检测技术对上料带进行实时在线监测，可保障皮带稳定运行，

避免点检人员的疏忽或经验造成的错检、漏检；还可实现皮带缺陷、皮带打滑、皮带跑偏、料流量、传输料颗粒度、传输料异物等检测功能。

6.1.1.2.2 业务需求

炼铁环节皮带智能检测场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输皮带的视频图像数据，包括皮带正面、反面，以及载料的视频；
- b) 5G网络应支持将控制指令下发到皮带机；
- c) 5G网络应支持皮带机动态监测采集的数据不出厂，如采用5G网关本地分流。

6.1.1.2.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 3 皮带智能检测场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
皮带智能检测	视频图像监测	上行： 1080P: $\geq 4\text{Mbps}$; 4k: $\geq 16\text{Mbps}$; 8k: $\geq 64\text{Mbps}$ 下行：-	$\leq 100\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	本地分流	故障数据优先传输

6.1.1.3 无人行车

6.1.1.3.1 场景描述

目前钢铁厂行车作业主要靠行车司机手动操作，通过人工观察货物位置来控制行车的运行。为防止吊物在空中大幅摇摆，造成吊物落位不准或者撞到其它物体，需要行车操作人员根据操作经验对行车的各机构运行速度进行调整，因此对操作人员的要求比较高、工作强度较大。通过 5G 网络实现对行车周围环境视频数据的实时传输，可提供行车实时状态/位置显示、运行环境的实时监测；同时通过对行车设备的改造，通过控制台实现对行车的远程操作、控制。5G 的低时延、高可靠通信特性，可有效实现无人行车远程操控业务。

6.1.1.3.2 业务需求

炼铁环节无人行车场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时控制行车各运动机构；
- b) 5G网络应支持实时传输起吊作业环境的视频；
- c) 5G网络应支持将行车的作业信息（声音、图像或文本等）呈现给地面配合作业的人员；
- d) 5G网络应支持行车运行数据及周围环境数据不出厂，如采用5G网关本地分流。

6.1.1.3.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 4 无人行车场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
无人行车	图像/视频流监测	具体网络指标可参见 6.1.1.2 章节“皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。				
	远程作业控制	上行： $\geq 1\text{Mbps}$ ； 下行：-	$\leq 20\text{ms}$	$\geq 99.99\%$	本地分流	支持控制指令优先传输

6.1.1.4 焦化四大车联锁

6.1.1.4.1 场景描述

焦化“四大车”主要是指炼焦流程中使用的装煤车（负责把事先捣固好的煤饼装入空的焦炉内）、推焦车（负责煤饼在焦炉内烧成焦炭后从焦炉炉膛内推出）、拦焦车（和推焦车同时工作，负责引导被推出的焦炭从导焦栅内掉入熄焦车箱内）和熄焦车（配合推焦车、拦焦车工作，在推焦完毕后，负责将熄焦箱内的焦炭运走熄灭）。中控室根据焦化过程的运行情况和四大车当前状态通过 5G 网络控制彼此之间的联锁，实现协调工作。

6.1.1.4.2 业务需求

炼铁环节焦化四大车联锁场景对 5G 网络的业务需求如下：

- 5G网络应支持将四大车当前的精确位置、移动方向和速度等信息实时传送到控制中心；
- 5G网络应支持实时传输四大车的协同作业控制指令；
- 5G网络应支持将监测四大车作业执行情况的视频、数据、文本等信息传送至控制中心；
- 5G网络应支持实时下达作业模式切换控制指令，实现人工作业和自动作业的切换；
- 5G网络应支持在设备发生故障或紧急条件实时传输控制指令，实现安全停车。

6.1.1.4.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 5 炼焦四大车联锁场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
焦化四大车联锁	四大车运行控制	上行： $\geq 2\text{Mbps}$ 下行：-	$\leq 20\text{ms}$	$\geq 99.999\%$	本地分流	支持控制指令优先传输

	四大车 状态监 测	上行：1080P ≥4Mbps；2k ≥6Mbps； 4k ≥16Mbps 下行：-	≤ 100ms	≥99.99%	本地分流	支持设备 异常状态 /事件的 优先传输
--	-----------------	--	------------	---------	------	------------------------------

6.1.2 炼钢需求场景及技术要求

6.1.2.1 一键炼钢

6.1.2.1.1 场景描述

目前炼钢过程所涉及的很多设备不具备信息化能力，主要通过人工观察冶炼过程中的各种仪器仪表的参数以保证设备的正产运行。例如，声呐、吊车、副枪、氧枪、料仓等设备不具备信息化，导致冶炼系统不能接收声呐数据；不能自动接收三级计划（接收不到冶炼目标）；不能自动接收三级作业指导书（接收不到合金目标）；不能自动采集铁水罐号、成份、温度，废钢槽号、重量等信息（无法收到钢铁作业数据）；同时，吹炼开始前，需要操作工人录入百余项数据，在现场操作工人工作负荷较大；吹炼开始后，收到正确的入炉材料信息也不能自动修正模型运算。通过对炼钢设备进行联网改造或利旧，通过 5G 网络实时采集设备运行数据，可实现对冶炼过程中的各种仪器仪表实现动态监测和远程控制。

6.1.2.1.2 业务需求

炼钢环节一键炼钢场景对 5G 网络的业务需求如下：

- 5G网络应支持实时传输冶炼仪器仪表的运行数据；
- 5G网络应支持将炼钢过程的信息（声音、图像或文本等）呈现给作业的人员；
- 5G网络应支持控制冶炼过程数据不出厂；
- 5G网络应支持为一键炼钢提供网络切片或物理专网等安全可靠的网络连接。

6.1.2.1.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 6 一键炼钢场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
一键炼钢	图像/视频流上传	上行：≥ 64Mbps (8k) 下行：-	≤ 100ms	-	本地分流	支持设备 异常状态 /事情的 优先传输

	PLC 控制 指令下达	上下行：-	$\leq$ 10ms	$\geq 99.99\%$	本地分 流	控制中优 先传输
--	----------------	-------	----------------	----------------	----------	-------------

6.1.2.2 钢包实时跟踪

6.1.2.2.1 场景描述

目前炼钢系统钢（铁）包的部分管理采用人工方式实现，效率低且易出错。主要存在以下几方面的问题：钢（铁）包周转率低，影响出钢温度；转炉、精炼无法准确根据待用钢（铁）包热状态进行钢水温度补偿，钢水温度控制稳定性差、人工钢包配包、人工对讲机指挥天车等。通过对天车、台车进行改造，利用 5G 网络实现天车、台车位置的实时传输，入炉废钢、入炉铁水、出炉钢水重量的自动采集，废钢槽号自动识别，铁水包、钢水包位置实时跟踪，钢水温度实时监测，钢包安全预警及钢包洁净度判定等功能。

6.1.2.2.2 业务需求

炼钢环节钢包实时跟踪场景对 5G 网络的业务需求如下：

- 5G网络应支持实时传输天车、吊车等运行数据；
- 5G网络应支持将铁水、钢水过程的信息（温度、重量、位置、洁净度等）呈现给作业的人员；
- 5G网络应支持钢包实时跟踪数据不出厂，如采用5G网关本地分流；
- 5G网络应支持为钢包实时跟踪提供网络切片或专网等安全可靠的网络连接；
- 5G网络应支撑 $\leq 1s$ 的钢包监控信息周期性传输。

6.1.2.2.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 7 钢包实时跟踪场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
	图像/视频流上传	具体网络指标可参见 6.1.2.1 章节“一键炼钢：图像/视频流上传”典型业务中的 通信技术要求。				
	钢包监控信息(文本数据)上传	上下行：-	$\leq 30ms$	$\geq 99.9\%$	本地分流	支持设备异常状态/事情的优先传输

6.1.3 连铸需求场景及技术要求

6.1.3.1 生产过程数据采集

6.1.3.1.1 场景描述

传统的钢铁工业生产过程数据采集目前普遍采用工业以太网，但随着云计算、大数据技术、物联网等技术逐渐渗透到工业领域，工业数据采集对象不再仅限于机器，而是扩展到了与传感器、人、云和应用等更丰富的连接，有更多类型和更多海量的数据需要采集和处理，而对于数据处理的链条也变得更长，包括边缘、云端与企业生产系统和管理系统的逐步打通。5G 网络具有大带宽、低时延、无线广连接等属性，能够很好的支撑工业生产过程中灵活多变的数据采集需求，并且摆脱有线连接布线在一些应用场景下的限制，方便快速的业务部署和灵活的网络调整。

6.1.3.1.2 业务需求

连铸环节生产过程数据采集场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输生产过程中采集的各类数据（声音、图像或文本等）；
- b) 5G网络应实现钢厂内生产环境的广覆盖；
- c) 5G网络应满足生产过程数据采集系统对数据传输安全的各种需求。

6.1.3.1.3 通信技术要求

图像/视频流上传应用的具体网络指标可参见 6.1.1.2 章节“皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。

设备数据采集应用的具体网络指标可参见 6.1.1.1 章节“智能料场：环境监测”典型业务应用的通信技术要求。

6.1.4 轧钢需求场景及技术要求

6.1.4.1 轧机控制

6.1.4.1.1 场景描述

冷轧生产过程中，轧机控制实时性要求高，目前工业上大多轧机控制还是基于有线网络。虽然有线网络稳定，但也限制了生产的灵活性，同时也在一定程度上限制了生产过程的控制范围。为了达到轧机控制的效果，受控者需要在现场感知的基础之上通过通信网络向控制者发送状态信息。控制者根据收到的状态信息进行分析判断并做出决策，再通过通信网络向受控者发送相应的动作指令。受控者根据收到的动作指令执行相应的动作，完成轧机控制的流程。为了保证控制效果，通信网络时延和可靠性就更加重要。要实现轧机控制，不仅需要足够高清晰度视频提供视觉支持，还需要实时稳定的网络保证操控的灵敏度和可靠性。这些对现有工业网络和 4G 技术来说是一个挑战。考虑轧机控制的需求，5G 网络的优势一方面在于高速率可以满足高清视频回传的要求，另一方面也可以在保证可靠性的前提下满足远程控制对于时延的要求。

6.1.4.1.2 业务需求

轧钢环节轧机控制场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输轧机运行数据；
- b) 5G网络应支持将轧制过程的信息（声音、图像或文本等）呈现给作业的人员；
- c) 5G网络应保障数据传输安全。

6.1.4.1.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 8 轧机控制场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
轧机控制	图像/视频流上传	具体网络指标可参见 6.1.2.1 章节“一键炼钢：图像/视频流上传”典型业务中的通信技术要求。				
	PLC 控制指令下达	上下行：-	$\leq 10\text{ms}$;	$\geq 99.99\%$	本地分流	支持控制指令优先传输

6.1.4.2 带钢出口表面质量检查

6.1.4.2.1 场景描述

影响带钢表面质量的主要因素是带钢在制造过程中由于原材料、轧制设备和加工工艺等多方面的原因，导致其表面出现划痕、擦伤、结疤、粘结、辊印等不同类型的缺陷。这些缺陷不仅影响产品的外观，更严重的是降低了产品的抗腐蚀性、耐磨性和疲劳强度等性能，表面缺陷已是造成深加工产品废次品的主要原因。目前大多数带钢产线仍通过人工查看表面缺陷，效率低，易出错。传统的带钢表面检测系统大都采用工作站架构，缺陷图像库存储在本地，未连接到网络实现缺陷图像库的实时更新及复用。通过 5G 网络可实现对带钢表面视频图像数据实时传输，并通过智能检测技术对带钢表面进行实时检测，可保障实现高效、准确的表面质量检查，避免点检人员的疏忽或经验造成的错检、漏检。

6.1.4.2.2 业务需求

轧钢环节带钢出口表面质量检查场景对 5G 网络的业务需求如下：

- 5G 网络应支持实时传输相机采集的数据；
- 5G 网络应支持将图片的信息和处理结果传输给作业人员或工作系统；
- 5G 网络应支持将表检数据上传到边缘设备并确保数据不出厂；
- 5G 网络应满足带钢出口表面质量检查系统对数据传输安全的各种需求。

6.1.4.2.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 9 带钢出口表面质量检查场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
------	------	-------	------	-----	------	----

带钢出口 表面质量 检查	视频图 像监测	具体网络指标可参见 6.1.1.2 章节“皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。
--------------------	------------	--

6.1.4.3 钢卷物料盘点

6.1.4.3.1 场景描述

钢铁企业为了应对产量巨大的钢卷物料的盘点，通常要消耗大量的人力与物力在钢卷物料盘点系统上，因此也导致了钢卷物料盘点系统复杂、庞大、低效、易出错。5G 网络具有大带宽、低时延、无线广连接等属性，能够为钢铁企业的钢卷物料盘点系统提供很好的网络支撑，包括实时的数据采集和传输，物料的精准定位，物料的搬运出入库管理等，提升钢卷物料盘点系统的自动化程度。

6.1.4.3.2 业务需求

轧钢环节钢卷物料盘点场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输钢卷物料盘点图像的数据；
- b) 5G网络应支持实时传输物料的定位数据；
- c) 5G网络应支持实时传输云化AGV小车控制指令；
- d) 5G网络应满足钢卷物料盘点系统对数据传输安全的各种需求。

6.1.4.3.3 通信技术要求

图像/视频流上传应用的具体网络指标可参见 6.1.1.2 章节“皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。

云化 AGV 控制应用的具体网络指标可参见 6.1.1.3 章节“无人行车：作业控制”典型业务应用的通信技术要求。

物料定位应用的具体网络指标可参见 6.1.1.3 章节“无人行车：作业控制”典型业务应用的通信技术要求。

6.2 辅工序场景及需求

6.2.1 能环需求场景及技术要求

能环即能源环保，贯穿整个钢铁生产的主工序，是主工序的公辅环节，保障钢铁生产符合GB 13456-2012 《钢铁工业水污染物排放标准》以及各地方的《钢铁工业大气污染物排放标准》。

6.2.1.1 能源设施智能管理

6.2.1.1.1 场景描述

钢铁生产的能源管理是在炼铁、炼钢、热轧、冷轧等主生产工序中对所使用的能源（包含制氧、供水、供电、石油、热力、燃气、供风等）进行监测、巡检等方面的管理。

1) 智能巡检

智能巡检机器人对钢铁厂内的变压器、线路等室外关键设供/变电设备进行点巡检,并将检测的数据和视频图像等信息通过 5G 网络进行实时传输。运维人员可远程发布控制指令,通过 5G 网络操控机器人进行行走,做特殊部位检测等。

2) 能源介质监测

传感设备采集水电气等能源介质的数据(包括流量、状态、压力、温度、告警等参数),并通过 5G 网络传输到监控平台,操作人员结合生产过程的需求通过监控平台下达对能源的调控指令,并通过 5G 网络传输到能源控制设备。

6.2.1.1.2 业务需求

能源环保环节能源设施智能管理场景对 5G 网络的业务需求如下:

- 5G网络应支持按巡检场景要求传输供/变电设备的巡检数据,包括运行状态、环境信息、视频图像等,并在监控平台或终端设备上实时呈现;
- 5G网络应支持实时传输所采集的水电气等能源介质的监测数据;
- 5G网络应支持实时传输对能源调度指令;
- 5G网络应支持能源设备实时管控;
- 5G网络应支持能源设施智能管理对数据传输的各种安全要求。

6.2.1.1.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表:

表 10 能源设施智能管理场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
能源设施智能管理	智能巡检	上行: $2k \geq 6Mbps$; $4k \geq 16Mbps$; 下行: $\geq 5Mbps$	$\leq 100ms$	$\geq 99.99\%$	本地分流	-
	能源介质监测	上行: $\geq 2Mbps$; 下行: -	$\leq 100ms$	$\geq 99.9\%$	本地分流	-

6.2.1.2 环保排污监测

6.2.1.2.1 场景描述

钢铁工业是资源、能源密集型产业,也是高耗能行业。钢铁生产在对能源和原材料的使用过程中,所产生的二氧化碳、硫化物、氧化物、粉尘以及废水等都会对环境产生很严重的污染。钢铁企业也在采取多种措施发展清洁生产、加强环境保护,这些措施主要包括提高水资源利用率,实现废水资源化;合理利用二次能源,减少厌氧环境污染;实现固体废物资源化等。

1) 移动排放监测

采用无人机、车辆或穿戴设备获取污染物的浓度数据及当前的位置信息，并通过 5G 网络传输到环保监控平台。环保监控平台基于接收的数据实时自动生成 2D/3D 污染浓度分布图。

数字化需求：传输实时高清视频到后端。部分作业区域处于偏僻或屏蔽角落，信号覆盖要求高。

2) 固定排放监测

实时视频采集位置比较偏僻的排水口，并同步传输到后台中心或后端进行存储和监视。

6.2.1.2.2 业务需求

能源环保环节环保排污监测场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持传输各种排污（二氧化碳、粉尘、废水、硫化物等）指标监测数据；
- b) 5G网络应支持传输排污口、及堆场粉尘的视频图像；
- c) 5G网络应支持环保排污监测中对数据传输的各种安全要求。

6.2.1.2.3 通信技术要求

排放现场视频监控应用的具体网络指标可参见 6.1.1.2 章节“皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。

排放指标采集应用对 5G 网络的带宽、时延等具体指标要求都不高，对于连接数不高的场景，通用的 5G 网络都能够满足。

6.2.2 物流需求场景及技术要求

6.2.2.1 智能物流管控

6.2.2.1.1 场景描述

钢铁物流主要包括原材料采购运输，钢铁生产物流（进厂的物资送达企业内使用单位及内部流动），以及产成品销售物流。钢铁转运的物资少则几十吨，多则成百上千吨，可能经过多个物流环节，物流成本非常高，并且对转运工具和场所都有非常高的要求；同时，销售物流全生命周期管控需跟踪汽车运输轨迹，车号，装载材料、最终目的地，预计到达时间等。跟踪水运船舶实时位置、装载信息、船舶流向等，监控航行时间是否处于标准运输周期以内。跟踪铁路运输路线，具体位置信息，装载的材料，最终目的地和实时位置信息。跟踪监控主要节点的到达、转泊等材料信息，保障材料始终处于可监控的状态，跟踪监控销售物流仓库实时动态。通过 5G 网络传输物料数据、位置等信息，实现对钢铁的物流的智能化、信息化管理，打通物流包装运输、储存配送、装卸搬运、流通加工、信息处理等环节，可提升专业化的管理水平和信息化程度，降低采购、运输和库存管理成本，实现销售物流数据的全生命周期管控。

6.2.2.1.2 业务需求

物流环节智能物流管控场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输所监测物流运输状态，包括位置、状态、异常等信息；
- b) 5G网络应支持实时调度物流运输，包括物料的入库调度、半成品和成品的转运等；
- c) 5G网络应支持实时传输对车辆、船舶、装卸作业人员的控制调度指令；
- d) 5G网络应支持实时传输对库房、料场、专用铁路线、港口码头等物流基础设施设施的联动控制指令；

- e) 5G网络应支持将厂区内生产物品的生产环节、操作环节、产品等信息统一上传到企业物流管理平台，实现生产及销售信息的统一管理；
- f) 5G网络应支持跨厂区、跨区域的物品位置、信息传输，实现物流全流程的信息管控。

6.2.2.1.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 11 智能物流管控场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
智能物流管控	物流监测	上行：1080P: $\geq 4\text{Mbps}$; 4k: $\geq 16\text{Mbps}$; 8k: $\geq 64\text{Mbps}$; 下行：-	$\leq 100\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	本地分流	-
	物流调度	上行: $\geq 2\text{Mbps}$; 下行：-	$\leq 20\text{ms}$	$\geq 99.99\%$	本地分流	-

6.2.2.2 门禁管理

6.2.2.2.1 场景描述

钢铁企业出入厂区的人员包括职工、访客、外协人员等，出入厂区的车辆包括职工自驾车、访客车辆、承运商货运车辆、供应商车辆等，随着出入厂区的物品种类数量、人员车辆数量增加，管理难度增大，为保证车辆、人员、物资有序、可控，必须建立门禁管理系统。通过 5G 网络传输人员及车辆信息，并在平台侧管理人员及车辆的信息，可支撑出入物品、车辆、人员的全数量、全流程、全节点、全要素跟踪管理。

6.2.2.2.2 业务需求

物流环节门禁管理场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输所监测的人员和车辆的文本、图像等信息，并在终端或平台侧完成身份识别校验，以及异常信息报警；
- b) 5G网络应支持实时传输门禁控制信息，根据人员、车辆的身份校验结果；
- c) 5G网络应支持实时传输对通道闸机开关的控制指令；
- d) 5G网络应支持门禁管理数据不出厂，如采用5G网关本地分流；
- e) 5G网络应支持为门禁管理提供网络切片或专网等安全可靠的网络连接。

6.2.2.2.3 通信技术要求

图像视频流上传应用的具体网络指标可参见 6.1.1 章节“场景 2：皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。

门禁监控信息（文本数据）上传应用对 5G 网络的带宽、时延等具体指标要求都不高，通用的 5G 网络都能够满足。

6.2.2.3 厂区道路交通监控

6.2.2.3.1 场景描述

钢铁企业厂区道路纵横交错，乘用车、货运车时常违章运行，影响道路秩序，货运物品种类繁多，包括原燃料、在制品、散货、产成品等几十种，货运承运商多达几十家，存在重复计重、样品以次充好、偷梁换柱、夹带物品出厂等各种隐患。货运车辆存在随意偏离规定路线、超速、乱停、占道、套牌等现象。通过 5G 网络监控厂区内运行车辆信息、位置，并对车辆上的物品的类型、重量、操作流程进行监控，可实现厂区内各类车辆运行状态及货物情况的有效管控。

6.2.2.3.2 业务需求

物流环节厂区道路交通监控场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输车辆运行及物料操作等信息，包括在物料装卸、质检取样、称重计量等；
- b) 5G网络应支持实时传输重要路口车辆运行速度信息；
- c) 5G网络应支持实时传输车辆位置信息及路面信息；
- d) 5G网络应支持实时传输车辆与承担的作业任务、车载货物信息；
- e) 5G网络应支持实时传输报警信息；
- f) 5G网络应支持厂区道路交通监控数据不出厂，如采用5G网关本地分流；
- g) 5G网络应支持为厂区道路交通监控提供网络切片或专网等安全可靠的网络连接。

6.2.2.3.3 通信技术要求

图像视频流上传应用的具体网络指标可参见 6.1.1.2 章节“皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。

6.2.3 设备管理需求场景及技术要求

6.2.3.1 设备状态监测

6.2.3.1.1 场景描述

炼铁工序中各种专用机械都需要靠电机和减速机来驱动控制，电机数量繁多，其应用场合有胶带机、风机、除尘机、高炉等。电机常因为电机温度过高、电机振动频率异常、电机输入端电压及电流变化等原因而出现故障。当前的监测方式是通过安排固定人员对电机进行巡检配合操作界面的数据显示来了解电机的运行状态，而数据传输采用的是工业以太网传输技术，需要布置电缆。通过 5G 实时传输电机的运行状态数据，在平台侧实现异常预警，有利于及时发现电机故障原因并及时处理，保障生产效率和生产安全。

6.2.3.1.2 业务需求

设备管理环节设备状态监测场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输专用机械设备的状态、性能等数据；
- b) 5G网络应支持实时传输铁区的异常违规报警数据；
- c) 5G网络应支持为专用机械设备控制提供网络切片或专网等安全可靠的网络连接；
- d) 5G网络应支持炼铁设备状态监测数据不出电厂，如采用5G网关本地分流；

- e) 5G网络应支持钢铁厂内500传感器/ 千平方米的同时连接管理；
- f) 5G网络应支持炼铁设备状态监测数据以秒级周期性回传。

6.2.3.1.3 通信技术要求

通信技术要求详情参数见下表：

表 12 设备状态监测场景通信技术要求

典型场景	典型业务	上下行速率	传输时延	可靠性	安全隔离	备注
炼铁设备状态监测	对专用机械设备状态、环境等数据采集	上行：- 下行：-	$\leq 100\text{ms}$	$\geq 99.9\%$	本地分流	支持设备异常状态/事情的优先传输

6.2.4 安保需求场景及技术要求

6.2.4.1 环境安防管理

6.2.4.1.1 场景描述

视频周界安防需要在重要区域和危险区域建立电子围栏，不允许非工作人员擅自闯入，另外对仓库/堆场内易燃、易爆、腐蚀性的物料进行环境指标（如温度、湿度、压力、气体浓度等）监控。5G网络的大带宽、广连接的属性可支撑环境安防管理中各种指标数据，以及图像/视频传输的需求。

6.2.4.1.2 业务需求

安保环节环境安防管理场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输工厂内重要/危险区域和仓库/堆场的视频、图像、文本等监测数据；
- b) 5G网络应支持对工厂人员进行移动侦测及定位，确保非法人员不进入重要/危险区域；
- c) 5G网络应支持对仓库/堆场物料的关键环境指标进行监测，并在关键环境指标超过临界状态时实时传输告警数据、通知安保/管理人员等；
- d) 5G网络应支持将采集的视频/图像数据通过5G网关分流到本地的边缘设备；
- e) 5G网络应支撑安防管理对数据传输的各种安全要求。

6.2.4.1.3 通信技术要求

图像/视频流上传应用的具体网络指标可参见 6.1.1.2 章节“皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。

人员移动侦测及定位应用的具体网络指标可参见 6.1.1.3 章节“无人行车：作业控制”典型业务中的通信技术要求。

仓库/堆场物料环境监测应用的具体网络指标可参见 6.1.1.1 章节“智慧料场：环境监测”典型业务中的通信技术要求。

6.2.4.2 人员安防管理

6.2.4.2.1 场景描述

人员安防管理需要对进入园区内的人员进行人脸识别，自动分成工作人员和访客，并判断是否有权限进入园区，没有权限的要及时给予告警并自动通知安保人员和管理人员。同时，为保障安全生产，需对工作人员安全着装及异常行为进行管理，人员着装包括安全帽、工作服、口罩佩戴等；异常行为包括人员倒地、抽烟、操作姿势不正确等。一旦发现异常情况立即报警并自动通知安保人员和管理人员。结合 5G 技术，一方面可以减少现场检查人员，另一方面可以及时发现员工的危险作业行为并及时制止，保障安全生产。

6.2.4.2.2 业务需求

安保环节人员安防管理场景对 5G 网络的业务需求如下：

- a) 5G网络应支持实时传输工厂内重要区域和危险区域的视频监控数据；
- b) 5G网络应支持对工厂内重要区域和危险区域的人员定位；
- c) 5G网络应支持实时传输工厂内工作岗位上的人员视频监控数据，支持上层应用进行行为识别（如倒地、抽烟、违规操作、没有按规范着装等）；
- d) 5G网络应支持传输非法/违规人员进行视频抓拍、告警提示、通知安保/管理人员等；
- e) 5G网络应支持将采集的视频/图像数据通过5G网关分流到本地的边缘设备；
- f) 5G网络应支撑安防管理系统对数据传输的各种安全要求。

6.2.4.2.3 通信技术要求

图像/视频流上传应用的具体网络指标可参见 6.1.1.2 章节“皮带智能检测：视频图像监测”典型业务中的通信技术要求。

告警通知应用对 5G 网络的带宽、时延等具体指标要求都不高，通用的 5G 网络都能够满足。

6.2.5 质量管理需求场景及技术要求

6.2.5.1 设备及产品质量管理

质量管理包含对现场各环节生产产品及运行设备的视频数据进行采集和分析，保障产品的生产质量及生产设备正常运行。典型场景与 6.1.1.2 章节中皮带智能检测典型场景和 6.1.3.2 章节带钢出口表面质量检测典型场景类似。其中，产品质量监测类业务可以参考 6.1.3.2 “带钢出口表面质量检测” 章节中通信技术指标要求；设备质量监测类业务可以参考 6.1.1.2 “皮带智能检测” 章节中通信技术指标要求。

(资料性) 钢铁生产及管理业务流程

A.1 主工序

主工序根据物理化学、热力学、动力学、传输原理和反应工程以及金属学等基本原理，从矿石中提取金属，经精炼，再用各种加工方法制成具有一定性能的钢铁材料。主工序包括：炼铁、炼钢、连铸、轧钢四个环节，如下图所示：

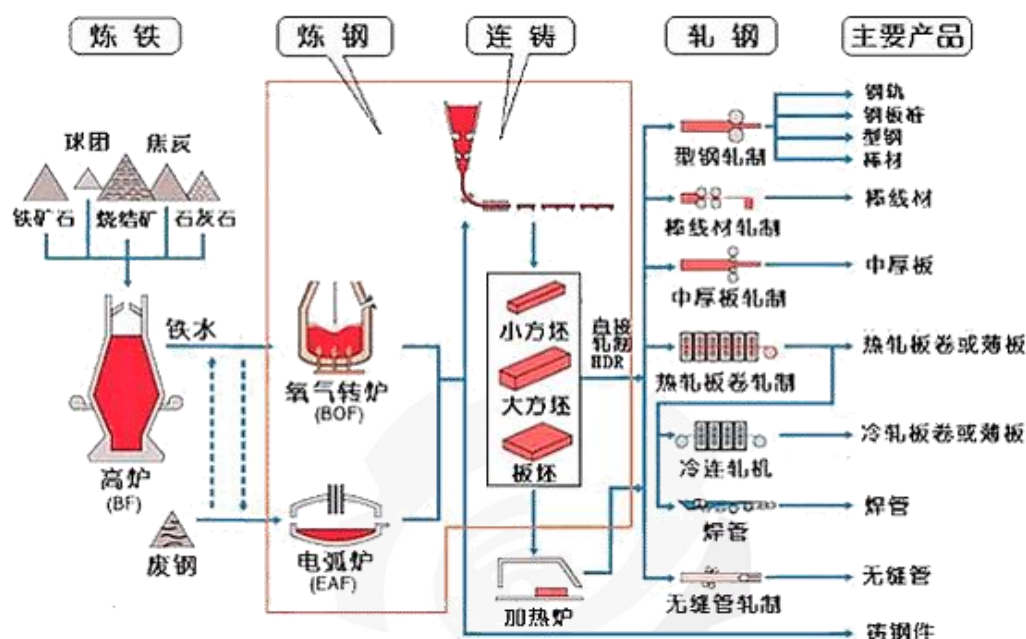


图 B.1 钢铁生产主工序

A.1.1 铁前

(1) 料场管理

智慧料场是钢铁生产长流程的第一道工序，实现物料的分类堆放和自动提取。智慧料场包括对接收的原煤、铁矿石、石灰石等原料实现自动堆放，为炼焦、烧结、高炉等生产流程自动混配料，并通过对各种物料的料堆进行三维成像扫描（如采用激光三维成像、智能测量技术），构建物料垛形模型。通过5G网络对堆料进行动态监测，并根据堆料情况选择堆放和提取策略，协助堆料场工作人员及时了解物料使用及剩余情况，实现及时补料，保障生产持续稳定运行，避免因物料欠缺导致的停产。

(2) 烧结生产流程

烧结生产流程将铁矿粉、助熔剂及细焦炭经由配料、混拌、造粒后，经由布料系统加入烧结机，由点火炉点燃细焦炭，经由抽气风车抽风完成烧结反应，高热烧结矿再经破碎（破碎机）、筛选（热振动筛）、冷却（冷却剂）后，送往高炉作为冶炼铁水的主要原料。

A.1.2 炼铁

炼铁工序是把生铁从铁矿石中还原出来的连续生产过程。高炉炼铁生产过程可进一步划分为炼焦、烧结、和高炉三个主要生产流程。

(1) 炼焦生产流程

炼焦生产流程是将原煤经洗煤、配比混合后，加入炼焦炉的碳化室内进行加热干馏，经过一个结焦周期后产生热焦碳及粗焦炉气（或称荒煤气，指含尘的煤气）的生产流程。该生产流程涉及装煤车、推焦车、拦焦车和熄焦车等四大车的相互协同、联锁控制，共同配合完成炼焦作业，也称“四大车联锁”。

（2）烧结

烧结，是指把粉状物料转变为致密体的工艺过程。粉末或压坯在低于主要组分熔点的温度下的热处理，目的在于通过颗粒间的冶金结合以提高其强度。

（3）高炉生产流程

高炉生产流程是将铁矿石（烧结矿、球团矿等）、焦炭及助熔剂按比例由高炉顶部加入炉内，再由炉下部风口鼓入高温热风，对铁矿石进行预热还原反应生成渣铁，再利用渣铁比重不同（渣2.0铁7.8）进行铁水与熔渣分离，并分别从出铁口和出渣口排出。从炉顶排除的高炉烟气将进入辅助能环工序，经除尘后，可作为工业用煤气；炉顶的高压和导出的部分煤气也可用于发电。

A.1.3 炼钢

炼钢生产流程可分为转炉炼钢和电炉炼钢。

（1）转炉炼钢

以铁水为原料，在铁水预处理工序脱去硫等杂质，与废钢一起兑入转炉，利用转炉内的氧化性条件，将铁水中的碳氧化成一氧化碳和二氧化碳，达到钢水要求的碳含量，同时，脱去硅、磷等杂质。转炉出钢后的钢水经过二次精炼（包括LF、RH、VD、VOD等），进行温度和成分微调，之后进入连铸工序环节，根据铸机类型不同得到板坯、方坯、圆坯、异型坯等，为后续的轧制工序提供原料。

（2）电炉炼钢

主要以废钢为原料，以三相交流电作电源，利用电流通过石墨电极和金属料之间产生电弧的高温来加热。熔化炉料，是用来生产特殊钢和高合金钢的主要方法。二次精炼和连铸工序基本与上述一致。

A.1.4 连铸

连铸是将装有精炼好钢水的钢包运至回转台，回转台转动到浇注位置后，将钢水注入中间包，中间包再由水口将钢水分配到各个结晶器中去。结晶器是连铸机的核心设备之一，它使铸件成形并迅速凝固结晶。拉矫机与结晶震动装置共同作用，将结晶器内的铸件拉出，经冷却、电磁搅拌后，切割成一定长度的板坯。

A.1.5 轧钢

轧钢生产是由铸坯制成符合技术要求的轧材的一系列加工工序的组合。技术要求主要指规格和性能，包括：形状、尺寸、表面形态、机械性能、物理化学性能、金属内部组织和化学成分等。

轧钢，在旋转的轧辊间改变钢锭，钢坯形状的压力加工过程叫轧钢。轧钢的目的与其他压力加工一样，一方面是为了得到需要的形状，另一方面是为了改善钢的内部质量。轧钢方法按轧制温度不同可分为热轧与冷轧；按轧制时轧件与轧辊的相对运动关系不同可分为纵轧，横轧和斜轧；按轧制产品的成型特点还可分为一般轧制和特殊轧制。本标准主要按轧制温度不同提炼数字化转型的需求。

（1）热轧

在热轧生产线上，轧坯加热变软，被辊道送入轧机，最后轧成用户要求的尺寸。轧钢是连续的不间断的作业。

加热。中厚板厂使用的加热炉按其结构分为连续式加热炉、室状加热炉和均热炉，均热炉用于大型钢锭的加热；室状加热炉加热能力小，但生产灵活，主要用于加热特大或特小板坯、高合金钢板坯等批

量小、加热周期特殊的环境；中厚板板坯加热炉的主要炉型是连续式加热炉，连续式加热炉有推钢式和步进式两种形式。

除鳞。加热时高温下钢板表面生成的氧化铁皮若在轧造前不及时清理或清理干净，在轧后的钢板表面上，因氧化铁皮被压入钢板表面，会产生“麻点”等缺陷，因此轧前除鳞是保证获得优良表面的关键工序。目前广泛采取的方法是使用高压水除鳞箱和轧机前后的高压水喷头进行除鳞。生产实践表明，喷水压力对碳素钢为12-16 MPa、对合金钢为17~20 MPa时，能有效地清除一次氧化铁皮和二次氧化铁皮，而无须设置等门的机械除鳞机。

粗轧。中厚板轧造粗轧阶段的任务是将板坯或扁锭轧造到所需的宽度、控造平面形状和进行大压缩延伸。粗轧阶段首先调整板坯或扁锭尺寸，以保证轧造最终产品尺寸的宽度满足要求。

精轧。精轧阶段的主要任务是延伸和质量控造，包括厚度、板形、性能和表面质量控造。在精轧机上为了减少板宽方向各点纵向延伸不均，以获得杰出的板型，一些中厚板轧机的精轧机上装备有工作辊或支撑辊液压弯辊系统，通过控造轧辊凸度，提高板宽方向上的均匀性。精轧机在厚度控造方面大多采取厚度自动控造系统(AGC)。轧辊的压下调整有电动压下和液压压下两种形式。液压压下反应灵敏，响应速度快，设定精度可高达0.01 mm，控造系统也比较简单。目前液压压下是主要的厚度控造体式格局。

加速冷却。在线加速冷却装置可放在矫直机前后，或两台矫直机之间。放在矫直机前可以方便地选择和调整冷却最先温度，假冷却均匀性较差；放在矫直机后，则可进行约束型冷却，但易以控造所需的冷却最先温度；若放在两台矫直机之间，可以操作后一台矫直机消除加速冷却所造成的变形，但设备复杂，生产本钱较高。

精整。这是中厚板厂产品质量最终处理和控造的环节。精整工序主要包括矫直、冷却、画线、剪切、检查、缺陷清理、包装入库等，根据钢材技术条件要求有的还需要热处理和酸洗。中厚板厂通常在作业线上设置热矫直机，多使用带支撑辊的四重式矫直机，为了增补热矫直机的不足，还离线设置拉力矫直机或压力矫直机等冷矫设备。板厚在25 mm以下时侧边使用圆盘剪，头尾使用锄刀剪或摇摆剪。50 mm以上的钢板多采取在线连续气割的体式格局。

热处理。中厚板的热处理最常采取的是退火、正火、正火加回火、淬火加回火处理。

(2) 冷轧

冷轧生产的工序一般包括原料准备、酸洗、轧制、脱脂、退火（热处理）、精整、热镀锌、彩涂等。冷轧以热轧产品为原料，冷轧前原料要先除磷，以保证冷轧产品的表面洁净。轧制是使材料变形的主要工序。脱脂的目的在于去除轧制时附在轧材上的润滑油脂，以免退火时污染钢材表面。退火是通过再结晶消除冷变形时产生的加工硬化，以恢复材料的塑性及降低金属的变形抗力。精整包括检查、剪切、矫直（平整）、打印、分类包装等内容。冷轧产品有很高的包装要求，以防止产品在运输过程中表面被刮伤。热镀锌是使熔融金属与铁基体反应而产生合金层，从而使基体和镀层二者相结合。彩涂是在镀锌卷板或镀铝锌卷板或冷轧卷板上加烘烤涂镀技术在表面上涂上油漆。除上述工序外在生产一些特殊产品时还有各自的特殊工序。如轧制硅钢板时，在冷轧前要进行脱碳退火，轧后要进行涂膜、高温退火、拉伸矫直（见张力矫直）与回火等。

A.2 辅工序

其他专业业务从外围辅助，协助钢铁生产和管理。包括能环、物流、设备、安保、质量管理等领域。

A.2.1 能环

钢铁生产的能环辅工序是指钢铁企业的能源管理和环境保护。能源管理是实现能源（风、水、电、气、汽等）在钢铁生产过程中的充分有效利用，包括平衡使用、消耗统计、能源转换、余能回收等；环

境保护是对钢铁生产过程中产生的废气、废水、粉尘进行监控和治理，确保排放达到指标要求（如DB37/9902008钢铁工业污染物排放标准、GB 12345-2012 钢铁工业水污染物排放标准等）。

A. 2. 2 物流

钢铁生产的物流系统主要以生产钢铁的原材料（如铁矿石、原/焦煤、石灰石等）、半成品和成品等物料为载体，实现和保障物料在钢铁生产的各个工序环节中的稳定流动，包含原料物流、生产物流、出厂物流三大环节。钢铁生产的物流系统应支持快进快出的低库存模式。

A. 2. 3 设备

设备管理涉及到钢铁生产的各个工序（例如设备数字化管理、预知性维护管理等各类业务），是钢铁安全生产的基本保障。5G大带宽和低延时特性有助于优化设备数据实时采集、传输和管理，实现钢铁设备信息可视化、监控集中化、安全故障预警化。

A. 2. 4 安保

安保是建设钢铁安全生产系统的前提，涉及视频周边安防、人员安防管理、行为识别、空车检测、车牌识别及布控等各类业务。5G的低延迟和广覆盖技术可以协助搭建覆盖全面、紧密协同的智慧安保系统，实现安保流程的智能化、钢铁生产的安全化、人员管理规范化的。

A. 2. 5 质量管理

质量管理包含对现场质量数据的采集和分析，贯穿于钢铁生产的各个环节，是钢铁质量稳定可控、生产高效有序的关键。利用5G大带宽和低延时特性并结合大数据技术可以优化数据采集、数据挖掘、分析判断的流程，实现高精度的数字感知系统，为钢铁业生产现场智能化、生产管理一体化提供服务。

参 考 文 献

- [1] GB 3100 国际单位制及其应用
 - [2] ISO 16750-2012 道路车辆 电气和电子设备的环境条件和测试
 - [3] DB37 /9902008 钢铁工业污染物排放标准
 - [4] GB 12345-2012 钢铁工业水污染物排放标准
 - [5] GB 26488-2011 镁合金压铸安全生产规范
 - [6] AQ 2002-2018 炼铁安全规程
-



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet